



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10230429 A**(43) Date of publication of application: **02.09.98**

(51) Int. Cl.

B23Q 3/08
F16B 1/02
(21) Application number: **09048496**(71) Applicant: **TARUMI YOSHIYUKI**(22) Date of filing: **17.02.97**(72) Inventor: **TARUMI YOSHIYUKI**(54) **FREEZING TYPE WORK FIXING METHOD**

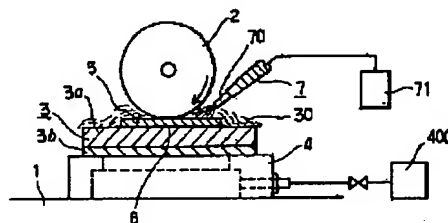
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To highly accurately machine a work and to facilitate efficient attaching/detaching of the work by applying a fluid having a temperature lower than the coagulating temperature of high polymer coagulant supplied between the work and a fixing jig surface to a fixing jig and cooling this and fixing the work by freezing.

SOLUTION: A high polymer coagulant film is formed on a fixing surface 30, a work 5 is placed thereon, machining solution or cooling gas is injected into the work or a fixing jig 3 and the temperature of the fixing surface is set lower than the coagulating point of high polymer coagulant. Thus, the work 5 is strongly adhered to the fixing surface 30 by the coagulation molecules of the frozen high polymer coagulant. Since the fixing state of the work 5 is thereby obtained, a machining device is actuated and desired machining is performed by a tool 2. At this time, machining solution or cooling gas is supplied to a contact part area between the tool 2 and the work 5. After the machining, when the supplying of the machining solution or the cooling gas is stopped,

the temperature of the fixing surface 30 is returned and the machined work 5 is removed.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-230429

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月2日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

F I

B23Q 3/08

B23Q 3/08

Z

F16B 1/02

F16B 1/02

L

審査請求 未請求 請求項の数15 F D (全19頁)

(21) 出願番号 特願平9-48496

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月17日

(71) 出願人 595129957

垂水 禧享

神奈川県横浜市青葉区市ヶ尾町1164番地-12

(72) 発明者 垂水 禧享

神奈川県横浜市青葉区市ヶ尾町1164番地-12

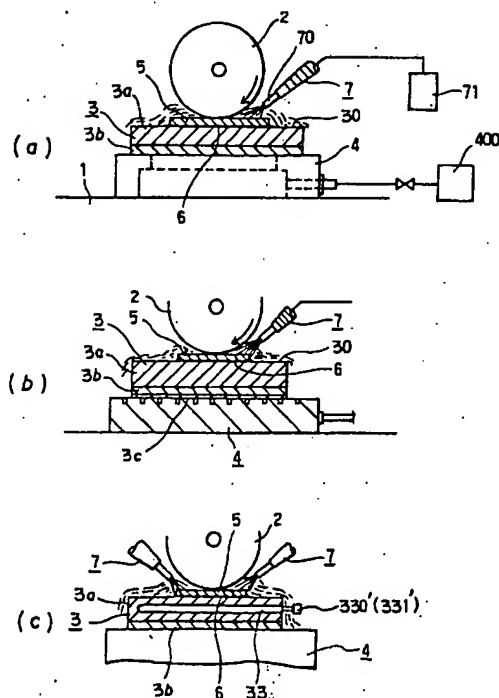
(74) 代理人 弁理士 黒田 泰弘

(54) 【発明の名称】 凍結式ワーク固定法

(57) 【要約】

【課題】 特別な冷凍チャック装置を用いる要なくワークを加工中しっかりと固定して高精度に加工することができ、それでいながらワークの着脱も簡単に能率よく行うことができる安価で実用的なワーク固定法を提供する。

【解決手段】 シリコンオイルで代表される凝固点が水のそれよりも高い高分子系凝固剤をすくなくともワークと固定用治具表面の間に介在させ、この状態で高分子系凝固剤の凝固温度よりも低い温度の流体をワーク加工中に前記固定用治具に作用させることにより高分子系凝固剤を冷却しワークを凍結固定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】凝固点が水のそれよりも高い高分子系凝固剤をすくなくともワークと固定用治具表面の間に介在させ、この状態で高分子系凝固剤の凝固温度よりも低い温度の流体をワーク加工中に前記固定用治具に作用させることにより高分子系凝固剤を冷却しワークを凍結固定することを特徴とする凍結式ワーク固定法。

【請求項2】固定用治具として、表面を固定用面とした熱伝導性の良好な本体と断熱材からなる台座を有するものを使用し、該固定用治具を加工機械側の治具固定用装置に固定し、すくなくとも固定用治具の固定用面とワークの間に高分子系凝固剤を介在させ、すくなくともワーク加工領域に加工液又は冷却気体を供給することにより同時に固定用治具表面を冷却する請求項1に記載の凍結式ワーク固定法。

【請求項3】固定用治具として、表面を固定用面とした熱伝導性の良好な本体と断熱材からなる台座を有するものを使用し、すくなくとも固定用面とワークの間に高分子系凝固剤を介在させた固定用治具を加工機械外であらかじめ冷却して高分子系凝固剤を凝固させてワークを固定し、この固定用治具を加工機械側の治具固定用装置に固定し、すくなくともワーク加工領域に加工液または冷却気体を供給することにより固定用治具表面を冷却する請求項1に記載の凍結式ワーク固定法。

【請求項4】固定用治具の本体が内部に冷却媒体の通路を有し、該通路に冷却媒体を流通させることにより高分子系凝固剤を凝固させてワークを固定することを含む請求項3に記載の凍結式ワーク固定法。

【請求項5】固定用治具として熱伝導性の良好なパレットを使用し、加工機械側には、パレットを着脱自在に固定する固定手段を有する熱伝導性の良好な本体と該本体の回りを囲む槽を有するパレット固定用治具を設けておき、パレットを本体に固定するとともにすくなくともパレットとワークの間に高分子系凝固剤を介在させ、前記槽内に高分子系凝固剤の凝固温度よりも低い温度の流体を供給することによりパレット固定用治具を冷却してパレットを冷却する請求項1に記載の凍結式ワーク固定法。

【請求項6】固定用治具として熱伝導性の良好なパレットを使用し、加工機械側には、パレットを着脱自在に固定する固定手段を有する熱伝導性の良好な本体と該本体の回りを囲む槽を有するパレット固定用治具を設けておき、すくなくともワークとの間に高分子系凝固剤を介在させたパレットを加工機械外であらかじめ冷却して高分子系凝固剤を凝固させてワークを固定し、このパレットをパレット固定用治具に固定する一方、前記槽内に高分子系凝固剤の凝固温度よりも低い温度の流体を供給することによりパレット固定用治具を冷却してパレットを冷却する請求項1に記載の凍結式ワーク固定法。

【請求項7】高分子系凝固剤の凝固温度よりも低い温度

の流体の槽内への供給がパレット固定用治具の本体内部を通して行われる場合を含む請求項5または請求項6のいずれかに記載の凍結式ワーク固定法。

【請求項8】固定用治具として熱伝導性の良好な材質からなる本体とこれから外方に伸びる軸部を有するものを使用し、この軸部に高分子系凝固剤を介してワークを取付け、ワーク加工中に連続して軸部内又は及び軸部外に高分子系凝固剤の凝固温度よりも低い温度の流体を供給することで高分子系凝固剤の凝固によりワークを凍結固定する請求項1に記載の凍結式ワーク固定法。

【請求項9】軸部が中空状となっているものを含む請求項8に記載の凍結式ワーク固定法。

【請求項10】高分子系凝固剤の凝固温度よりも低い温度の流体として加工液または冷却気体を使用する請求項5ないし9のいずれかに記載の凍結式ワーク固定法。

【請求項11】高分子系凝固剤としてシリコンオイル又はこれを主成分とする液状物を用いる請求項1ないし10のいずれかに記載の凍結式ワーク固定法。

【請求項12】高分子系凝固剤としてシリコンオイルに粘度調整剤を混入したクリーム状物ないしペースト状物を用いる請求項1ないし10のいずれかに記載の凍結式ワーク固定法。

【請求項13】高分子系凝固剤として、シリコンオイルまたはシリコンオイルを主成分とする液状物とシリコンオイルに粘度調整剤を混入したクリーム状物ないしペースト状物とを併用する請求項1ないし10のいずれかに記載の凍結式ワーク固定法。

【請求項14】シリコンオイルに粘度調整剤を混入したクリーム状物ないしペースト状物をワークの周囲の一部又は全体と固定用面をつなぐように塗着することを含む請求項12または13に記載の凍結式ワーク固定法。

【請求項15】シリコンオイルが常温に近い凝固点をもつシリコンオイルである請求項10ないし13のいずれかに記載の凍結式ワーク固定法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ワークの固定法とりわけワークを機械加工するための凍結式固定法の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】ワークに対してフライス加工、研削加工、旋削加工、研摩加工、切断加工、ダイシング加工、穴明け加工、彫刻加工などの機械加工を行う場合には、ワークを加工機械テーブル上にしっかりと固定することが必要である。このワークの固定方法として、従来一般にマグネットチャック、真空チャック、バイスなどが用いられていたが、ワークの材質、形状などの制限が付きまとい、ワークが薄かったり、こわれやすかったり、複雑な形状であったりした場合にワークを確実、安定的に固定することができないという問題があった。この対策

として、氷を接着媒体とする凍結チャック法と装置が提案されている。この先行技術は、銅など熱伝導性の良好な材質からなる冷凍用プレートと凍結チャック装置を用い、冷凍用プレート上に水を霧状に塗布し、その上にワークを載せ、この状態で凍結チャック装置の上に冷凍用プレートを配し、凍結チャック装置の熱電素子に通電することにより冷凍用プレートの上面温度を 0°C 以下に冷却し、それにより水を結氷させ、氷膜によりワークを固定する方法である。

【0003】しかし、かかる先行技術は次のような問題があった。

(1) 慣用のワーク固定方法に比べて装置コストが高く、またワークの着脱能率が悪い。先行技術は水を凍結させて氷膜でワークを固定するが、実際上は、冷凍用プレートの上面温度を -5°C よりも低い温度たとえば -10°C 程度にしなければ十分な固定力を得ることができず、また、加工後には 0°C 以上に温度上昇させなければワークを取り出すことができない。このため、装置として高価で複雑なものが必要になり、加工コストが高くなるとともに、冷凍用プレート上でのワークの固定と離脱に長い時間を要し、作業効率が悪かった。

(2) 加工液を使用して加工することが極めて困難で、加工中にワークが固定用面から外れたり、テーブルから外れたりし、またたとえ加工ができてバリや傷が発生したりして精度の高い加工が不可能であった。すなわち、機械加工中にワークと工具との間に発生する加工熱の除去、工具の潤滑、切粉の排除などのために加工液を使用することが適切である。しかしながら、加工液の温度は、一般にワークを固定している氷の温度よりも高い。このため、加工液を加工面に供給すると氷膜が溶解され、加工中にワークが固定用面から外れて加工不能となるばかりでなく、テーブルから外れて飛び出すためきわめて危険であった。この対策として、不凍液を含む水溶性の加工液を用い、これを氷点以下に冷却して使用しても、氷は水と親和性が強いので、やはり加工液がワークを固定している氷を溶解しやすく、ワークの固定解除が起りやすい。こうしたことから、先行技術の方法は、事実上、加工液を使用しない乾式加工にしか適用することができなかった。

(3) 加工中に氷がワークに積層することにより工具の動きが阻害されやすく、寸法、形状の精度の良い加工を行うことが困難であった。たとえばワークの切断加工やダイシング加工を行った場合に、加工中に、水溶性加工液や空気中の水分がワーク上に結氷して積層する。この氷が工具のフランジやマンドレル等に接触し、工具の動きに障害を与えるため、精密な加工が困難となったり、工具や主軸を損傷するといったトラブルが生じやすかった。このようなことから、薄層物の加工やダイシング、スラスシング加工を行う場合には、凍結法でなく、ワックス類を使用してワークを固定していたが、この方法は

接着に30分以上の長時間を要し、また加工後のワックスの除去もワックス洗浄装置を使用して30分以上を必要とし、作業能率、作業性が非常に悪く、しかも、固定力が弱く不確実であるため、加工精度が悪く、また、加工液をかけることができないため、発熱により変形が生ずるという問題もあった。ことにファイナセラミック系、ボロン系、コバルト系などの難削材の切断等の加工は固定の確実性が乏しいためほとんど不可能であった。

(4) ワークの形状に制約を受け、たとえば、円筒状のワークから厚さが 0.5mm 以下というようなドーナツ状の製品をスライス加工する場合にはワークの固定力が不足したチッピングを防止できないため、精度のよい加工が不可能であった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は前記のような問題点を解消するために研究して創案されたもので、その基本的目的は、特別な冷凍チャック装置を用いる要なくワークを加工中しっかりと固定して高精度に加工することができ、それでいながらワークの着脱も簡単に能率よく行うことができる安価で実用的なワーク固定法を提供することにある。また本発明の他の目的は、筒状ワークからの薄層なドーナツ状製品スライシング加工、筒内外面研削又は切削加工、筒端面研削または切削加工などを高精度にしかも簡単にこなせるワーク固定法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明は発想を転換し、特殊な固定媒体を使用し、かつ加工液や加工用気体などの流体を積極的に活用してワークを安定的に固定し得るようにしたものである。すなわち本発明は、凝固点が水のそれよりも高い高分子系凝固剤をすくなくともワークと固定用治具表面の間に介在させ、この状態で高分子系凝固剤の凝固温度よりも低い温度の流体をワーク加工中に前記固定用治具に作用させることにより高分子系凝固剤を冷却しワークを凍結固定することを基本的特徴としている。

【0006】本発明はこの基本的特徴のもとで、次のような態様が採用される。

1) 固定用治具として、表面を固定用面とした熱伝導性の良好な本体と断熱材からなる台座を有するものを使用し、該固定用治具を加工機械側の治具固定用装置に固定し、すくなくとも固定用治具の固定用面とワークの間に高分子系凝固剤を介在させ、すくなくともワーク加工領域に加工液または冷却気体を供給することにより同時に固定用治具表面を冷却する方法。

2) 固定用治具として、表面を固定用面とした熱伝導性の良好な本体と断熱材からなる台座を有するものを使用し、すくなくとも固定用面とワークの間に高分子系凝固剤を介在させた固定用治具を加工機械外であらかじめ冷却して高分子系凝固剤を凝固させてワークを固定し、こ

の固定用治具を加工機械側の治具固定用装置に固定し、すくなくともワーク加工領域に加工液または冷却気体を供給することにより固定用治具表面を冷却する方法。

3) 上記2)において、固定用治具を加工機械外であらかじめ冷却する方法としては、ブリークを使用する場合のほか、固定用治具そのものの本体内部に冷却媒体の通路を形成しておき、該通路に冷却媒体を流通させることにより冷却する場合を含む。

4) 固定用治具として熱伝導性の良好なパレットを使用し、加工機械側には、パレットを着脱自在に固定する固定手段を有する熱伝導性の良好な本体と該本体の回りを囲む槽を有するパレット固定用治具を設けておき、パレットを本体に固定するとともにすくなくともパレットとワークの間に高分子系凝固剤を介在させ、前記槽内に高分子系凝固剤の凝固温度よりも低い温度の流体を供給することによりパレット固定用治具を冷却してパレットを冷却する方法。

5) 固定用治具として熱伝導性の良好なパレットを使用し、加工機械側には、パレットを着脱自在に固定する固定手段を有する熱伝導性の良好な本体と該本体の回りを囲む槽を有するパレット固定用治具を設けておき、すくなくともワークとの間に高分子系凝固剤を介在させたパレットを加工機械外であらかじめ冷却して高分子系凝固剤を凝固させてワークを固定し、このパレットをパレット固定用治具に固定する一方、前記槽内に高分子系凝固剤の凝固温度よりも低い温度の流体を供給することによりパレット固定用治具を冷却してパレットを冷却する方法。

6) 4) および5) の高分子系凝固剤の凝固温度よりも低い温度の流体は、水でもよいし加工液でもよいし冷却気体であってもよい。またかかる流体の槽内への供給方法は、パレット固定用治具の本体内部を通して行われる場合を含む。

【0007】また本発明は、他の目的を達成するため、固定用治具として熱伝導性の良好な材質からなる本体とこれから外方に伸びる軸部を有するものを使用し、この軸部に高分子系凝固剤を介してワークを取付け、ワーク加工中に連続して軸部内又は／及び軸部外に高分子系凝固剤の凝固温度よりも低い温度の流体を供給することで高分子系凝固剤を凝固させてワークを凍結固定する構成としている。この場合、高分子系凝固剤の凝固温度よりも低い温度の流体は液体でもよいし気体であってもよい。軸部は中実な場合のほか中空状である場合を含む。

【0008】本発明におけるワーク固定要素としての高分子系凝固剤は、凝固点が水のそれよりも高いことに加え、表面張力が水よりも小さく、良好な撥水性を備え、化学的に安定で毒性のないものである必要であるが、高分子系凝固剤の性状としては、液状のものからクリーム状（バター状）ないしペースト状のものをすべて含んでいる。その例としては、オクタメチルシクロテトラシロ

キサン、すなわち、低分子シリコンオイルないし4量体の環状シリコンオイル、環状ポリジメチルシロキサン、環状ジメチルシリコンオイルなどと称されるシリコンオイルあるいはこれを主成分とするものなど挙げられる。以下本発明でシリコンオイルとはかかるものを指す。環状の5量体主成分とするシリコンオイルや環状の5量体主成分とするシリコンオイルは凝固点が水の凝固点よりも低いため不適當である。クリーム状（バター状）ないしペースト状物は、簡便にはシリコンオイルに粘度調整剤（増ちょう剤）配合することで得られたものである。粘度調整剤としては、各種材質の粉末好ましくは微粉末を用いることができる。本発明は液状の高分子系凝固剤とクリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤を単体で使用する場合のほか、両者を併用する場合を含んでいる。クリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤はワークの周囲と固定用面をつなぐように塗着すると非常に効果的にワークを固定することができる。

【0009】本発明において、高分子系凝固剤凝固用の流体はワーク加工のために供給されたものを同時に固定用治具に作用させる場合だけでなく、加工のためとは別に固定用治具に供給して冷却する場合を含んでいる。本発明で適用される高分子系凝固剤凝固用の流体は液体だけでなく、冷却空気などで代表される気体など任意である。液体としては水でもよいしワーク加工のために使用されている加工液を利用し得る。「加工液」はクーラント液、研削液、切削液などと称されるものを含んでおり、加工による熱を除去する冷却作用、潤滑作用、切粉や砥粒を洗い流す作用、防錆作用の少なくとも一つを有し、水および水溶性のもの（マルジョンタイプ、ソリュブルタイプおよびソリューションタイプ）及び非水溶性のもの（いずれでもよく、液体だけで構成されている場合だけでなく、液体と気体の混合されたものを含む。これらは加工液の種類は加工作業の内容とワーク材料によって選択される。気体は冷却エアや冷却不活性ガスが代表的なものであり、その温度はワークの材料や加工熱によりたとえば-5～40℃から選択される。ただし、いずれにしても加工液は、高分子系凝固剤を溶解する成分

（芳香族炭化水素、脂肪族炭化水素、塩素化炭化水素）を含まないこと、かつ高分子系凝固剤の凝固温度よりも低い温度、これはすくなくとも3℃、好ましくは5℃以上低い温度を有していることが必要である。この加工液による高分子系凝固剤の冷却は、ワークと工具との接触部位に注がれて流れることを利用してもよいし、ワークと工具との接触部位に供給されるものとは別に供給されてもよい。後者の場合は、固定用治具の外部からだけに限られず内部からであってもよい。

【0010】本発明を適用して加工されるワークは、鉄系、銅系、アルミニウム系、チタン系、シリコン系、ゲルマニウム系、コバルト系などで代表される金属、プラ

スチック系、ガラス系、カーボン系、セラミック系、木質系、あるいはこれらの2種以上の複合材、水晶、ダイヤモンド、CBN、ルビー、サファイヤなど材質を問わず、また形状、寸法も問わない。加工方法も、平面研削、成形研削、クリープ研削、円筒研削などの各種研削加工、旋削加工、研摩加工、切断加工、スライス加工、ダイシング加工、ミーリング加工、溝加工、穴明け加工、彫刻など態様を問わない。前記ワークはこれに対する加工が表面である場合には、固定用治具に直接固定されてもよいが、切断加工や穴明け加工のように加工が肉厚を貫通するような場合には、固定用治具の固定用面への工具の接触を防止するため抜き代材が本来のワークと固定用面の間に介装される。本発明はこの場合を含んでおり、したがって、本発明において「ワーク」とは加工対象物としての本来のワークおよび抜き代材を層着したものを含む概念である。

【0011】

【作用】本発明は凝固点が水のそれよりも高い高分子系凝固剤をワークと固定用治具の固定用面の間に配し、高分子系凝固剤を接着媒体としてワークの固定を得るようにしている。このため、固定用面が0℃を越える温度であつても強い機械加工力に十分耐えうる固定力が得られる。また、高分子系凝固剤の凍結に要する時間は瞬間的であつて安定しているため、ワーク固定作業の著しい簡易化と能率化を図ることができる。しかも、ワークを固定する媒体として凝固点が水のそれよりも高い高分子系凝固剤は撥水性を持っている。このため、水溶性の加工液を使用しても高分子系凝固剤が溶解される危険性は全くなく、高分子系凝固剤の凝固温度以下の温度の流体

(たとえば加工液)をワークの加工時にワーク及び又は固定用治具に注いだり、噴射したり、吹付けたり、固定用治具を液体中に浸漬させたり、あるいは固定用治具内を通過させたりすることにより、高分子系凝固剤による凍結固定を安定させることができ、安全確実に精度のよい加工を行うことができる。さらに、高分子系凝固剤は撥水性があるため、シリコンウエハーセラミックスや金属板などに対して切断加工やダイシング加工、スリット加工などを行った場合にも、ワークの表面に加工液や空気中の水が凍結し積層してそれが刃先の直上の工具フランジや主軸に接触するといった現象が全く生じない。このため、工具の動きが常に円滑に保たれ、スムーズに精度のよい加工を行うことができる。

【0012】高分子系凝固剤として、主成分に粘度調整剤を混合したクリーム状ないしペースト状のものを使用した場合には、主成分の凝固により薄い膜でなくボリュームの大きな塊りとなり、かつ粘度調整剤が一種の骨材として働く。このためワークの接着固定力が非常に強くなり、ワークに対する加工力が強大であつても安定的な固定状態を保つことができる。ことにクリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤を下部が固定用面に接する

ようにワークの周囲に塗着し、この状態で高分子系凝固剤を凝固させた場合には、ワークは下面だけでなく周囲もがっちり剛体により保持固定されるため、ワークをスライス加工した場合にも固定用面から剥がれたりしなくなる。さらにクリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤を固定用面に接するようにワークの周囲に塗着するだけでなくワークの上面を覆うように塗着した場合には、スライス片はボリュームの大きな両端接着層とこれをブリッジ状につなぐ上面層とによって強固に固定されるため、スライス片の厚みが薄くても固定面から剥離せず、安定した状態に保たれる。

【0013】さらに、従来の氷の凍結方式では、実際上は-10℃以下にしないと十分な固定力が発揮されないため、装置的に-10℃以下の冷凍能力のある装置を必要とするばかりか、ワークの着脱に長時間を要したが、高分子系凝固剤は水の凝固点よりも凝固点が高く、0℃以上の温度でもワークを固定用面に安定的に固定化しておくことができ、前記のように加工液で代表される流体による冷却作用で十分に固定を維持することができる。このことから、特別な冷却装置は不要となり装置コストが極めて安価となり、逐次加工のために外部で予め高分子系凝固剤を凍結させてワークを固定用治具に固定させておく場合にも、その冷却のための手段としては、高分子系凝固剤の凍結温度から適度に低い温度たとえば2℃程度までの冷却能力のものを使用することができるため、水で代表される流体による通水方式のものあるいは浸漬槽でよいことになる。したがって、この場合も装置コストも安くて済む。さらにまた、本発明は加工機械に固定用治具をテーブルに固定する手段として、ボルト式や爪式などの機械的なチャック、真空チャック、マグネットチャックで代表される汎用のチャックを使用できるため、装置を極めて単純で安価なものとすることができる。また、加工後のワークの固定用治具からの脱離も極めて簡単で、能率よく行うことができる。

【0014】高分子系凝固剤(粘度調整剤としてとくに比重の大きいものを配合しないクリーム状ないしペースト状のものを含む)が水よりも比重が小さい性質を有している場合、使用後の処理も容易である。すなわち、使用済みの高分子系凝固剤だけあるいはこれとワークを高分子系凝固剤の凝固点よりも高い温度の水(不凍液などを配合しているものを含む)に装入すれば、高分子系凝固剤は水面上に分離浮上し、その浮上した高分子系凝固剤をこれの凝固範囲内の温度の水を満した槽に注入すれば簡単に回収することができる。この方法によれば、ワークに付着した切粉などの洗浄と高分子系凝固剤の回収とを簡単、安価な手段で行うことができる。

【0015】ワークとして円筒形のものを使用してこれを1mm以下のドーナツ状にスライシングする場合にも、固定用治具として熱伝導性の良好な材質からなる本体とこれから外方に伸びる軸部を有するものを使用し、

この軸部に高分子系凝固剤を介してワークを装着し、ワーク加工中に連続して軸部内または軸部外あるいは軸部内と軸部外から高分子系凝固剤の凝固温度よりも低い温度の流体を供給すれば、軸部が冷却されることにより高分子系凝固剤が凝固してワークを凍結固定するため、ワークは確実に固定される。スライスされたドーナツ状の製品は高分子系凝固剤で内径側がマンドレルの外周に接合されているため、飛び散ったりせずしつかりと保持される。したがって、精度よく仕上がり面の面粗度もよい製品を能率的に加工することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施形態を添付図面に基いて説明する。図1は本発明によるワーク固定法を適用して機械加工を行なっている第1態様を示している。1は加工機械のテーブル、2は所望の工具この例では砥石、3は固定用治具（ワークホルダ）、4はテーブル1に搭載され、固定用治具を着脱可能に固定するための治具固定用装置、5はワーク、6はワーク5と固定用治具3に介在された高分子系凝固剤、7は加工液または冷却気体供給手段であり、加工液または冷却気体を加工領域に注入、噴射あるいは噴霧するノズル70と、これに加工液または冷却気体を供給する供給装置71とを有している。供給装置71は加工液を供給するものである場合には、系に調整バルブを介して冷却加圧空気供給装置が接続されていてミストの形態で加工液を供給するようになっていてもよい。図1(a)では治具固定用装置4として真空チャックが用いられており、吸引パイプが外部の真空ポンプ400に接続されている。前記固定用治具3は、図2(a)のように、ワーク5と接触する固定用面30を含めて熱伝導性のよい材料たとえば銅、アルミニウム、窒化アルミナなどで作られた本体3aの下面側に断熱材からなる台座3bを有している。断熱材としてはプラスチックやセラミックあるいはこれらの複合体などが選択使用される。プラスチックはソリッドなものだけでなく発泡樹脂を含む。また、セラミックも通気性を有するものを含む。固定用治具3の台座3bは図2(a)のように本体3aの下側を全部覆っていてもよいし、図2(b)のように本体3aの下面が所要範囲露出するように窓孔31を有していてもよい。

【0017】この例においては、手順として、固定用治具3を台座3bにより治具固定用装置4に載置して該治具固定用装置4を作動して固定用治具3を固定し、本体3aの固定用面30に高分子系凝固剤6を介してワーク5を載せ、加工液又は冷却気体供給手段7から高分子系凝固剤6の凝固温度よりも低い温度の加工液または冷却気体をワーク5と固定用治具3に供給し、その状態で工具2によりワーク5を加工するものである。高分子系凝固剤6は加工液又は冷却気体により冷却されることにより瞬時に凍結し、これによりワーク5が固定用面30に強固に接着された状態となり、加工のあいだ加工液又は

冷却気体が連続して供給されることによりその接着状態が維持される。

【0018】図1(b)は治具固定用装置4としてマグネットチャックが用いられており、この場合には固定用治具3として、図2(c)のように断熱および電気絶縁性の良好な材料からなる台座3bの下面に強磁性板3cを有するものが使用される。この場合には、手順として、固定用治具3を強磁性板3cを介して治具固定用装置4に載置して該治具固定用装置4を作動して磁力により固定用治具3を吸着固定し、本体3aの固定用面30に高分子系凝固剤6を介してワーク5を載せる。そして、加工液又は冷却気体供給手段7から高分子系凝固剤6の凝固温度よりも低い温度の加工液又は冷却気体をワーク5と固定用治具3に供給し、その状態で工具2によりワーク5を加工するものである。高分子系凝固剤6は加工液又は冷却気体により冷却されることにより瞬時に凍結し、これによりワーク5が固定用面30に強固に接着された状態となり、加工のあいだ加工液又は冷却気体が連続して供給されることによりその接着状態が維持される。

【0019】本発明におけるワーク固定のメカニズムを詳細に説明すると、高分子系凝固剤6は、水の凝固点よりも凝固点ができるだけ高く、常温またはそれ以上の温度で凝固することが必須の物性である。これに加えて、表面張力が水より小さく良好な撥水性を示している。また好適には水よりも比重が軽く、加工後のワークから一般家庭で使用されている類いの洗剤で洗い落せる物性を有している。かかる高分子系凝固剤6の代表的なものとしては、前記したようなシリコンオイルあるいはこれを主成分とするものが挙げられる。かかるシリコンオイルは常温に近い温度で凝固する性質を有しており、また熱安定性もよく、耐薬品性、耐酸化性、電気絶縁性の各特性ししかも人体に無害である点でも有利である。

【0020】この高分子系凝固剤6は通常、液状ないしこれに近い性状となっている。この性状の場合には、加工に先立って、高分子系凝固剤6は固定用面30またはワーク5に塗布されるか、あるいは固定用面30とワーク5の双方に塗布される。膜厚は任意であり、数ミクロンでも十分に固定効果があげられる。高分子系凝固剤6として液状のものをを用いた場合には、固定用面30を高分子系凝固剤の凝固温度よりも高い温度に保っておく。この状態で液状の高分子系凝固剤6を刷毛、ローラ、噴霧など任意の方法により塗布し、固定用面30に高分子系凝固剤膜を形成する。そして次に、ワーク5を高分子系凝固剤膜の上に置き、適宜位置決め、配向の調整などを行ったのち、加工液又は冷却気体Wをワーク5又は/及び固定用治具3に注ぎ、固定用面30の温度を高分子系凝固剤の凝固点よりも低い温度にする。

【0021】これにより高分子系凝固剤6は液相から凝固により固相へと変化し、凍結高分子系凝固剤の凝固分

子によりワーク5は固定用面30と強固に接着する。なお、「凝固点よりも低い温度」とは、高分子系凝固剤の凝固分子が緻密に結合し、固定用面30とワーク5との接着による固定力（保持力）が機械加工による負荷荷重に十分耐えられるまでになる温度を意味し、通常の場合、高分子系凝固剤6の凝固点よりも少なくとも3℃好ましくは5℃以上低い温度である。以上でワーク5の固定状態が得られるので、加工機械を作動し、工具2によりワーク5に所望の加工を加える。このときに、工具2とワーク5の接触部に加工液又は冷却気体供給手段7から加工液又は冷却気体を供給する。加工液としては、高分子系凝固剤6の凝固点よりも低い任意温度に冷却した液体だけでなく、液体と気体の混合したものがあげられる。この例としては、液体分に冷却加圧空気供給手段から、たとえば温度が0℃以下、圧力が5~7kg/cm²の冷却加圧空気を添加混合したミストがあげられる。これをノズル70から噴霧すればよく、液分が霧化される際に気化熱を奪われるためより冷却効果が高く、例えば21/分以下といった少ない液量で慣用の機械的チャック法の場合に使用される約101/分以上の量の加工液による冷却効果に匹敵する効果を得ることができる。凍結高分子系凝固剤は撥水性を有するため0℃を越えた加工液を使用しても加工液により凍結高分子系凝固剤は溶解せず、凝固状態が維持され、ワーク5はしっかりと固定状態に保たれる。したがって、加工液による機能（加工熱の冷却、加工屑や脱脱砥粒の除去、防錆、ワーク5と工具2間の潤滑）を十分に発揮させ、良好な加工面性状と精度を得ることができる。また、上記のような冷却加圧空気混合加工液が加工中に凝固して氷となっても、凍結高分子系凝固剤6が撥水性を有するためワーク5の表面に氷が凍結したり、積層したりすることがなく、工具2および工具2のフランジまたはマンドレルは損傷することなくきれいな状態に保たれる。

【0022】このようにして目的とする加工が終了したならば、加工液又は冷却気体供給手段7からの加工液又は冷却気体の供給を停止する。こうすれば、固定用面30の温度が高分子系凝固剤の凝固点よりも高い温度に戻り、それにより高分子系凝固剤6が固相から液相に戻るためワークに対する固定力が解除され、加工済みのワークを固定用面30から取り外すことができる。したがって加工済みワークの固定解除、取り出しがきわめて簡単かつ短時間に行なうことができる。上記のようにして液相に戻った高分子系凝固剤6は、適宜スクレーパなどにより固定用面30をさらって、切粉や脱脱砥粒などともに流下させればよい。加工済みのワークはたとえば、高分子系凝固剤6の凝固点よりも高い温度の水あるいは家庭用の洗剤の類いを満たした水槽に入れれば、高分子系凝固剤6は水よりも比重が軽く、また水と親和性がないため、水と分離して水面上に浮上し、切粉や脱脱砥粒は水槽の底に沈降するため、簡単に分離することができ

る。水に洗剤類を配合していれば高分子系凝固剤6はさらに急速にワークから分離する。そして、水槽から高分子系凝固剤6をこれの凝固点よりも低い温度の水を収容した回収水槽に入れれば、高分子系凝固剤6は水の上で凝固する。したがって、網などにより数い取ることで簡単に回収することができ、再使用に供することができる。したがって、ワーク固定手段のワークからの除去もきわめて作業性よく、能率的に行なうことができる。

【0023】しかし、本発明による高分子系凝固剤6は液状ないしこれに近い性状であることに限定されない。すなわち、クリーム状ないしペースト状であってもよい。この場合には凝固時に膜でなく大きなボリュームの支持ブロックとなり、ワーク5をしっかりと接着固定することができる。こうしたクリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤は主剤（たとえばシリコンオイル）に粘度調整剤を添加し混練したものが好適である。粘度調整剤としては固体粒子が一般的であり、これは粉末ことに平均粒径が10μm以下のもの、より好適には平均粒径1μm以下さらに好適には平均粒径0.5μm以下といった微粉末が用いられる。固体粒子の材料は限定はないが、一般には、珪藻土で代表される土類の粉、米や小麦などの粉、でんぶん類、サンゴの粉、木灰、紙や繊維を燃焼した灰、ホワイトカーボン、ゼオライト、フライアッシュなどが好ましい例として挙げられる。そのほか、セラミック、シリコン、フェライト、カーボン、グラファイト、ガラス、石、石膏、プラスチック、木綿、木、パルプ、紙、鉄、銅、アルミニウムなどの金属やその酸化物などを粉末にしたものも用いることができる。

【0024】たとえば、珪藻土や米や小麦などの粉、でんぶん類は微粒子でかつ比重が軽い主成分（たとえばシリコンオイル）に均一に分散混合することができ分離が起こりにくいこと、しかも安価であることから推奨される。しかし他のものも混合してすぐに塗着するならば十分に使用可能である。前記固体粒子はいくつかの種類のを混合して使用することもできる。また、機械加工後のワーク洗浄時にこれからの分離を促進するための液状物質、たとえば界面活性剤を固体粒子のほか微量添加してもよい。固体粒子は粘度を増加するとともに、凝固時にモルタルやコンクリートの場合と同じように骨材として機能し、添加量にほぼ比例して高分子系凝固剤は凝固時の強度が増す。したがって、固体粒子は前記主成分としてのシリコンオイルに少なくとも5wt%程度添加することが好ましい。しかしあまり添加量が多いと凝固時の強度は高いものの凝固前の流動性が悪くなるため、塗着しにくくなる。そこで、上限は50wt%未満とすることが好ましい。一般的には、シリコンオイルと固体粒子（粉末）の比を（9：1）～（5：1：4：9）の範囲から選択すればよく、この固体粒子の配合比率により液に近いもの～クリーム状～ペースト状に変化する。

【0025】こうしたクリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤は単独で、また前記した液状の高分子系凝固剤と併用して使用する。図3(a)ないし(d)はその例を示している。わかりやすくするため、これら図では液状の高分子系凝固剤を符号60で表し、クリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤を符号600で表している。図3(a)はワーク5の下面と固定用面30間に液状の高分子系凝固剤60を膜状に介在させ、ワーク5の側面51とこれから所定の距離離れた固定用面30との間をつなぐようにクリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤600を塗着しており、クリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤600は断面が三角状に類する形状となっている。この態様はワークを研削したり、研磨したりする加工に適している。図3(b)はクリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤600をワーク5の側面51とこれから所定の距離離れた固定用面30との間をつなぐだけでなく、ワーク5の上面52を覆うように塗着している。この態様はワークを薄くスライス切断加工したりするのに適している。すなわち、スライス切断加工したときに薄いワーク片は単に下端面の面積分が固定用面30に接着されるだけでなく、両端面と上面とがブリッジ状につながった凝固高分子系凝固剤によって保持されることになるからである。図3(c)ではクリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤600をワーク5の下面と固定用面30間に塗着し、さらにワーク5の側面51とこれから所定の距離離れた固定用面30との間をつなぐように塗着している。この態様は切断加工や穴開け加工など貫通系の加工を行なう場合にも、ワーク5の下面と固定用面30間の高分子系凝固剤600が抜き代として機能するため、後述する抜き代材を省略できる利点がある。図3(d)ではクリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤600をワーク5の下面と固定用面30間と、ワーク5の側面51と固定用面30との間に塗着し、さらにワーク5の上面52を覆うように塗着することでワーク5全体を包んでいる。この態様は図6(d)の効果と図6(b)の効果が得られる利点がある。クリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤600はまた、後述するE型フェライトに対する加工で代表されるようなワーク5の一部を加工する場合に、その加工部位の回りの空隙を埋めて加工力による破損を防止するのに役立つ。クリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤600は刷毛塗り、へら塗り、押出しガンによる押出しなど任意である。

【0026】前に述べたように本発明におけるワーク5は抜き代材を層着しているものを含んでいる。図4

(a)ないし(c)はこの詳細を示している。抜き代材は符号5bとして示しており、工具2による加工の障害とならない硬度のもの、一般にカーボンやグラファイトの板が用いられる。こうした抜き代材5bは高分子系凝固剤を介して固定用面30に支持され、その抜き代材5

bの上に高分子系凝固剤を介して本来の加工対象物としてのワーク(ここでは符号5aとして示した)が支持される。抜き代材5bはワーク5aと同等以上の面積を有している。図4(a)は液体の高分子系凝固剤60を用いた例を示している。図4(b)は液体の高分子系凝固剤60を抜き代材5bと固定用面30の間に介在させ、ワーク5aを液体の高分子系凝固剤60の塗膜を介して抜き代材5bに配し、さらにワーク5aの周囲51と抜き代材5bまたは固定用面30をクリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤600で結んでいる。図4

(c)はさらにワーク5aの上面52をクリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤600で覆い、それをワーク周囲51のクリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤600と連結している。

【0027】しかし、本発明は、前記のようにワーク5の加工開始時に高分子系凝固剤6に流体を作用させてワーク5を凍結固定する方式に限られない。すなわち、ワーク5を高分子系凝固剤6を介して固定用治具3に載せ、あらかじめ加工機械1の外部で固定用治具3を冷却して高分子系凝固剤6を凝固させ、ワークを凍結固定しておいてもよい。これは、ワークを逐次一つの加工機械に付替加工を行なう場合に好適である。この加工機外凍結固定は、ワーク5を高分子系凝固剤6を介して固定用治具3に載せたアッセンブリを高分子系凝固剤6の凝固温度よりも低い温度の流体たとえば冷気を満たしたルームや槽に收容したり、トンネル状の通路を連続的に通すことで実施してもよい。あるいは、図5のようにブリクラー8を使用し、これに固定用治具3を載置して固定用治具3を冷却してもよい。本発明は水よりも凝固点の高い高分子系凝固剤6を接着媒体として利用しているため、ブリクラー8としては低能力のもので足り、たとえば内部に流体の通路を有するコアタイプのものを使用し、これを冷媒として水類又は冷却を使用した循環式冷却装置8aに接続したもので十分である。この場合、固定用治具3としては図2(b)のような窓孔31を有する台座3bを有しているものが好適であり、必要に応じて本体3aの下面とブリクラー8の冷却用面間に不凍液を介在させてブリクラー8に搭載し、この後かまたはあらかじめワーク5を高分子系凝固剤6を介して固定用治具3に載せ、循環式冷却装置8aから冷媒をブリクラー8に循環供給すればよい。こうすることにより加工機械外でワーク5は固定用治具3に凍結固定された状態にされるため、加工に際しては固定用治具3を治具固定用装置4に載せて固定し、加工中に加工液又は冷却気体を固定用治具3とワークに供給すれば、凍結固定状態が維持される。

【0028】また、これに代えて、固定用治具3そのものをブリクラーとして活用するようにしてもよい。すなわち、この場合には図2(c)のように固定用治具3の本体3aの内部に冷却流体が循環できる通路33を形成

し、導入部 330 と排出部 331 の先端に継ぎ手好ましくは迅速流体継手 (クイック コネクティング カップリング) 330', 331' を取り付けたものを使用する。この場合には、循環式冷却装置 8a も、供給管と戻り管はそれぞれ先端に迅速流体継手 80', 81' を有し、前記導入部 330 と排出部 331 に瞬時着脱されるようにしたものを用いられる。この場合には、迅速流体継手 330', 331' を循環式冷却装置 8a の迅速流体継手 80', 81' と接続し、ワーク 5 を高分子系凝固剤 6 を介して固定用治具 3 に載せ、循環式冷却装置 8a から冷媒を固定用治具 3 に循環供給すればよく、ブリクラーを使用しないでワーク 5 は固定用治具 3 に凍結固定された状態にされる。あとは、迅速流体継手 330', 331' と循環式冷却装置 8a の迅速流体継手 80', 801' との接続を解除すれば、固定用治具 3 として機能するので、図 1 (c) のように固定用治具 3 を治具固定用装置 4 に載せて固定し、加工中に加工液又は冷却気体を固定用治具 3 とワークに供給すれば、凍結固定状態が維持される。なお、この場合の高分子系凝固剤 6 の作用や使用形態等は記述した例の場合と同じである。

【0029】図 6 (a) (b) と図 7 は、本発明によるワーク固定法を適用して機械加工を行なっている第 2 態様を示している。これらの態様においては、固定用治具 3 として図 2 (d) のように板状または周囲に囲壁のあるパレット 3a' が使用される。そして、加工機械 1 のテーブル側には、そのパレット 3a' を加工機械側に固定するためのパレット固定治具 9 が搭載される。固定治具 9 は、図 8 (a) のように熱伝導性の良好な材料で作られた本体 9a と、この本体 9a の下部に一体化された断熱材からなる台座 9b を有し、台座 9b は加工機械 1 のテーブル上に機械的、真空式あるいは磁力式などのクランプ手段で据え付けられるようになっている。そして、本体 9a は固定用面 90 にパレット 3a' を固定する手段 9a' を有している。このパレット固定手段 9a' としては、真空式、機械式、磁力式など任意である。図示するものでは真空式が採用され、吸引穴 900 が固定用面 90 に開口し、吸引穴 900 の下流側は通路を経て外部に至り、図示しない真空ポンプに接続されるようになっている。

【0030】そして、パレット固定治具 9 を介してパレット 3a' を冷却するため、パレット固定治具 9 の本体 9a を囲繞するように所要深さの桶状の槽 9c が設けられている。この槽 9c はプラスチックなどの断熱材料で作られており、少なくとも一側に排出部 92 を有し、他側には冷却用の流体の供給部 91 が配され、供給部 91 は図 6 のように循環式の流体供給装置 71' に接続されている。排出部 92 は好ましくは戻しラインを介して流体供給装置 71' に接続され、循環されるようになっている。この場合の流体としては高分子系凝固剤 6 の凝固温

度よりも低い温度であれば、水などの液体、冷却気体であってもよい。ワーク加工用の加工液又は冷却気体を利用する場合には、流体供給装置 71' はワーク加工用の加工液又は冷却気体供給装置を利用することができる。なお、本体 9a、パレット 3a' の材質の例としては、銅、アルミニウムなどがあげられる。また、真空式の場合には前記した材料の多孔質焼結体も使用することができる。この場合には冷却用の流体に接する側面を封孔ないしマスキングしたものを使用すればよい。台座の断熱材は前記第 1 態様に例示したようなものを使用すればよい。

【0031】この第 2 態様においては、加工機械 1 の外部でパレット 3a' に高分子系凝固剤 6 を介してワーク 5 を載せておく。この場合の高分子系凝固剤 6 の使用形態等は記述した第 1 態様の場合と同じである。そして、そのパレット 3a' をパレット固定用治具 9 に載せ、パレット固定手段 9a' を作動してパレット 3a' を固定する。この状態で流体供給装置 71' から冷却用の流体を供給手段 7 に供給する。これにより冷却用の流体は供給部 91 から槽 9c に送りこまれ、槽 9c に溜められながら排出部 92 から排出される。これによって槽 9c に囲まれているパレット固定用治具本体 9a は冷却用の流体で浸漬されるため急速に冷却される。しかもパレット固定治具本体 9a とパレット 3a' がともに熱伝導性の良好な材料から成っているためパレット 3a' も冷却され、それにより高分子系凝固剤 6 が凝固してワーク 6 がパレット 3a' に凍結固定される。この状態で工具 2 によりワーク 5 を加工するもので、加工中も槽 9c に供給され溜められつつ排出される冷却用の流体によりパレット固定治具本体 9a を通してパレット 3a' が冷却されるため高分子系凝固剤 6 の凍結固定が確実に維持される。したがって、この第 2 態様の場合には、加工液又は冷却気体をワーク加工部に供給しない乾式加工も適用することができるが、加工液又は冷却気体をワーク加工部に供給すれば、パレット 3a' が上方から冷却されるためさらに一層ワーク 6 の固定力を増強することができる。ワーク 6 に供給された加工液又は冷却気体は槽 9c に流下して冷却用の流体とともに排出される。

【0032】なお、この第 2 態様においても、前記第 1 態様の場合と同じように、ブリクラー 8 によりパレット 3a' を冷却してあらかじめ高分子系凝固剤 6 を凝固させ、ワーク 5 をパレット 3a' に凍結固定しておいてもよい。これは、ワークに対する加工中に、次のパレットにワークを固定しておくことができるため、逐次一つの加工機械に付替えて加工を行なう場合に好適である。すなわち、あるワーク 5 に対する加工が完了したときにパレット固定手段 9a' の作動を解除すれば、当該パレットはパレット固定治具 9 から瞬時に離脱され、次のワーク 5 を凍結させたパレット 3a' をパレット固定治具本体 9a に載せてパレット固定手段 9a' を作動させれば、

すぐに次の加工に移ることができる。

【0033】図7は図6と類似しているが、パレット固定治具9の本体9aを内部からも冷却する方式としている点で異なっている。このため、図8(b)のようにパレット固定治具9の本体9aには槽9c内に開口する通路孔94を形成し、この通路孔94の端部を流体供給装置71'に接続する。流体として加工液又は冷却気体を使用する場合には、循環式の流体供給装置71'または加工部への供給ラインの一部に接続すればよい。他の構成は図6と同様であるから説明は省略し、同じ部分に同じ符号を付すだけにとどめる。この図7の場合も、加工機械1の外部でパレット3a'に高分子系凝固剤6を介してワーク5を載せておく。この場合の高分子系凝固剤6の使用形態等は記述した第1態様の場合と同じである。そして、そのパレット3a'をパレット固定用治具9に載せ、パレット固定手段9a'を作動してパレット3a'を固定する。この状態で流体供給装置71'から冷却用の流体を供給する。これにより冷却用の流体はパレット固定用治具本体9aの通路孔94を通り、開口から槽9c内に流入され、ここで溜められながら排出部92から排出される。これによってパレット固定用治具本体9aとパレット3a'とが効果的に冷却され、それにより高分子系凝固剤6が凝固してワーク5がパレット3a'に凍結固定される。この状態で工具2によりワーク5を加工しつつ連続して流体供給装置71'から冷却用の流体が供給されると、パレット3a'が冷却されるため高分子系凝固剤6の凍結固定が確実に維持される。また、加工液又は冷却気体をワーク加工部に供給すれば、パレット3a'が上方からも冷却されるためさらに一層ワーク6の固定力を増強することができる。なお、この図7の場合も、加工機械1の外部で前記図6の場合と同じように、ブリーク8によりパレット3a'を冷却してあらかじめ高分子系凝固剤6を凝固させ、ワーク5をパレット3a'に凍結固定しておいてもよい。

【0034】さらに本発明は、ワーク5を回転させつつ加工する場合のワーク固定に適用すると効果がある。図9ないし図11はこの第1例を示しており、図9(a)のようにワーク5は円筒状をなし、これからリング状の製品5'を一定ピッチで切出し切断加工するものである。この場合には、加工機械1は回転用の主軸1cを有し、主軸1cの先端にコレット式などの治具固定用装置4を有している。この治具固定用装置4に着脱固定される固定用治具3は、熱伝導性の良好な材質からなる本体3aにワーク5の内径よりも小さな径の軸部3dを有しており、軸部3dの自由端側の領域には取付ナット3eを螺合する雄ねじを有している。本体3aは治具固定用装置に固定される部分に断熱材からなる被覆3b'が設けられている。軸部3dはこの例では穴を有している。

【0035】この態様においては、加工に当たって筒状の抜き代材5bを用意し、図9(b)のように軸部3d

又は／及び抜き代材5bに、液体またはクリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤を塗布して軸部3dに外嵌し、その抜き代材5b又は及びワーク5に液体またはクリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤6を塗布してワーク5を外嵌する。このときに軸部3dのつけ根の本体3a端面にも高分子系凝固剤6を塗布し、この状態で軸部3dに取付ナット3eを螺合する。このとき、取付ナット3eの端面とワーク5の端面には隙間を設け、ここにクリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤6を充填しておく。抜き代材5bとしては前記のように熱伝導性のよいカーボンなどが使用される。そして、この状態で軸部3dの開口側に冷却用の流体供給手段7たとえばノズルを配し、これを通して軸部3dに冷却用の流体を連続的に注入する。冷却用の流体はもちろん高分子系凝固剤の凝固温度よりも低い温度のものであり、水でもよいしワーク加工のための加工液でもよいし、ワーク加工用またはワーク加工用でない冷却気体であってもよい。これにより冷却用の流体で軸部3dとこれに近接している抜き代材5bおよびこれに近接しているワーク5が冷却されるため高分子系凝固剤は瞬時に凝固し、それにより、抜き代材5bとワーク5と固定用治具3は一体的に強固に接着される。

【0036】この状態で主軸1cを回転することにより固定用治具3とワーク5は一体回転するので、工具2としての切断砥石に送りを与えてワーク5の半径方向から切り込みつつ、その切込み領域に加工液又は冷却気体供給手段7から加工液または冷却気体を供給する。これが図10(a)の状態であり、前記のようにワーク5は高分子系凝固剤の凍結により強固に接着されているため精度よく切断される。こうして1枚目の製品5'が切断されると図10(b)のように残りのワーク5との間に溝が形成され、1枚目の製品5'は内径側が抜き代材5bの高分子系凝固剤によって保持される。したがって、順次工具2をワーク軸方向にずらせて切込みを行なうことによりワーク5がセラミックなどの難削材であっても能率よくまた精度よく切断加工することができる。

【0037】しかし、加工ごとに形成される溝Cによって製品は軸方向では独立されるため、製品5'が薄い場合には内径側の凍結高分子系凝固剤による固定力では不足し、工具2の切込みにより倒れたり工具と接してチップングが生じ、破損や傷が発生したり最悪の場合には切断されて飛散する。このような場合には、当該第1の製品5'の切断が終わって工具2が溝Cから所定ピッチ隔てた位置に移動している間に、加工で生じた溝Cに液体またはクリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤6を充填する。これは、図10のように工具2と異なる位置に軸線方向移動自在な充填ノズルNを配し、これから高分子系凝固剤6を加工で生じた溝Cに噴射、噴霧、または注入といった任意の方法で供給すればよい。これにより高分子系凝固剤6は前記冷却用の流体の作用により

凝固し、製品の端面とワーク端面に接着した固体層となる。したがって、次の切断加工を行なっても、製品 5' はしっかりと固定された状態が保持される。すなわち切断された各製品は高分子系凝固剤の固体層によってブロック状に一体化したものとなる。したがって、きわめて精度よく薄層の製品を加工することができる。

【0038】この場合、溝 C の両面すなわち製品の端面とワーク端面が水でぬれていると高分子系凝固剤 6 の接着力が低下する。そこで、必要に応じて充填ノズル N と一体または近傍にエアノズル M を設け、このエアノズル M で図 11 (a) のようにエアを溝 C に噴射して製品の端面とワーク端面の水滴を払拭し、次いで充填ノズル N で高分子系凝固剤 6 を充填すればよい。なお、本発明は軸部 3 d の内側からでなく、軸部 3 d の外側から冷却用の流体を供給して冷却してもよい。この場合には、本体 3 a の端面に供給したり、軸部 3 d の長さを取付ナット 3 e の取付位置よりも前方に適当に長くし、それに供給したりすればよい。

【0039】図 12 はワーク 5 を回転させつつ加工する場合のワーク固定の第 2 例を示している。この第 2 例においては、固定用治具 3 の熱伝導性のよい本体 3 a には冷却用のフィン 3 f を形成した軸部 3 d を有しており、軸部 3 d の先端部にはワーク 5 を装着するための凹入状の固定用面 3 0 が設けられている。そして、軸部 3 d の外方には冷却用の流体の供給手段 7 としてのノズルが配置されており、これからフィン 3 f に対して液体または冷却気体が連続供給されるようになっている。その他の構成は第 1 例と同じであるから、同じ部分に同じ符号を付し、説明は省略する。

【0040】加工に当たっては、前記軸部 3 d の凹入状の固定用面 3 0 に液体またはクリーム状ないしペースト状の高分子系凝固剤 6 を介してワーク 5 を装着し、冷却用の流体の供給手段 7 から液体または冷却気体を供給する。この液体または冷却気体はワーク 5 に対する加工用の液体または冷却気体と同じのものであってもよいし、別のものでもあってもよい。こうすれば、軸部 3 d からの冷却を受けて高分子系凝固剤 6 は瞬時に凝固しそれによりワーク 5 は強固に固定される。そこであとは第 1 例と同じように工具 2 たとえばバイトに送りを与えつつこれによる加工領域に流体（加工液または冷却気体）を供給し、また連続的に冷却用の流体の供給手段 7 から軸部 3 d の外周に液体または冷却気体を供給すればよい。これによりワーク 5 は高速でしかも良好な面粗度に加工される。なお、この第 2 例および第 1 例とも、固定用治具 3 は直接加工機械 1 に取り付けられた状態でワーク 5 を凍結固定する場合だけでなく、固定用治具 3 を治具固定用装置 4 から取外して、加工機械外においてあらかじめ前述したようなブリクラーを使用し、これに固定用治具 3 を装着し、固定用治具 3 に高分子系凝固剤 6 を介してワーク 5 を装着しブリクラーにより冷却して高分子系凝固剤

6 を凝固させ、ワーク 5 を凍結固定しておいてもよい。

【0041】なお、図示する態様は本発明の例であり、これに限定されるものではなく、たとえば、冷却用の流体や加工液や冷却気体の供給はかならずしも工具と別の手段で行われなくてもよく、工具内を通して供給されてもよい。

【0042】

【実施例】次に本発明の実施例を示す。

実施例 1

10 高分子系凝固剤として、環状ポリジメチルシロキサン の低分子シリコンオイルを使用した。この高分子系凝固剤の特性は、無色透明の液体で、粘度 (25℃) が 2.4 cSt (m²/S)、凝固点 17℃、屈折率 (25℃) が 1.394、表面張力 19.0 (1.90) dyn/cm (MN/cm)、比重 0.95 (25℃) である。そしてこの高分子系凝固剤のチャック力は、固定用面上とワークの温度が 5℃、固定用治具本体材質：銅、ワーク材質：超硬合金の条件において、垂直方向 11~15 kg/cm²、せん断方向 8~12 kg/cm² であった。したがって、この高分子系凝固剤によるワーク固定温度は、5℃ないしそれより適度に低い温度範囲に設定すればよいことがわかる。

【0043】1) 上記高分子系凝固剤を使用し、治具固定用装置として図 1 (a) に示す真空チャックを使用してマイクロ波誘電体セラミックス素子のスライス加工を行った。

2) 固定用治具としては図 2 (a) のものを使用した。固定用面の寸法は 300×150mm である。

3) ワークは、材質：PZT チタン酸バリウム、寸法は図 13 (a) の表示に従うと 50(w)×50(L)×2(t)mm であり、これを 5(w)×5(L)×2(t)mm に加工した。加工機械としてはスライシングマシンを使用し、加工条件は、工具：レジノイドボンドダイヤモンド砥石 (粒度 #600)、工具寸法：外径 100mm、厚み 0.4mm、工具送り速度：500mm/min、工具回転数：5000rpm、加工方向：ダウンカットとした。

4) 加工に先立つて、真空ポンプを作動して治具固定用装置に固定用治具を吸着固定し、固定用治具の固定用面の温度を 20℃程度に保ち、この状態で固定用面に前記高分子系凝固剤を約 2μm の厚さに塗布し、その上に上記ワークを置いた。加工に際して、加工液供給手段として 1mm 径のニードルノズルを用い、これから界面活性剤と鉱油と水とを配合したエマルジョンタイプの加工液を約 5℃ に冷却して約 150cc/min でワークと工具の接触する加工部位に工具進行方向の前方から直接噴射した。

【0044】6) この結果、高分子系凝固剤は瞬時に凍結し、ワークは固定用治具の固定用面に不動に固定された。加工液の供給を継続しつつ加工したところ高分子系凝固剤は溶解せず、ワークは安定した固定状態に保たれ、スライスされた切断面にはクラックやチッピングが全く発生せず、きれいなせん断面が得られた。加工後、加工液の供給を停止し、治具固定用装置の作動を解除し

て固定用治具を加工機械から離脱した。このときにも、ワークは固定用治具の固定用面に不動に固定されており、約1分経過して固定用面の温度が20℃に上昇すると、高分子系凝固剤は液状に復帰して加工済みワークの固定が解除された。固定用治具から高分子系凝固剤と切粉や脱落砥粒を流下させ、水温を20℃に保った水槽に装入了。これにより高分子系凝固剤は分離浮上し、水温を10℃に保った隣接する水槽に注入したところ高分子系凝固剤は凝固し、ほとんど全量が回収された。

【0045】7)比較のため、従来法によって上記加工を行った。この場合は、凍結式チャック装置の固定用面に水を噴霧し、その上に上記ワークを置き、凍結式チャック装置の電熱素子にプラス電流を通電して固定用面を10℃にし、これを加工中保持した。これにより水は凍結しワークは固定された。加工開始にあたって、上記条件で研削液を噴射させたところ、氷が溶解して被加工物の固定が解除されてしまい、加工はできなかった。そこで、約5%の水分を含むエアミストを圧力5kg/cm²で工具(砥石)による切断加工部と180度変位した部位に噴射し、切断加工部に約-10℃に冷却した空気を直接噴射した。これによれば、氷は溶解しなかったが、スライスされたワークの切断面の下側に研削熱によるクラックが発生し、指の爪で引掻くと剥落してしまい、不良品となってしまった。

【0046】実施例2

1)本発明によりアルミニウムとプラスチック材との複合材を切断加工した。材質はアルミニウムA2011とエポキシ樹脂との複合材、寸法は上下のアルミニウムが300(W)×200(L)×2(t)mm、中間のプラスチックが300(W)×200(L)×0.1(t)mm、加工後の寸法は300(W)×6(L)×4.1(t)mmである。加工機械は精密スライシングマシン、使用工具は直径100mmの円盤に、長さ10mm、厚み1mmのダイヤモンドツール3本を取り付けたもの、工具回転速度は6000rpm、工具送り速度は120mm/min、加工方向ダウンカットとした。高分子系凝固剤としては、粘度(25℃)が2.5cSt(m²/S)、凝固点10℃、屈折率(25℃)が1.394、表面張力19.0{1.90}dyn/cm(MN/cm)、比重0.95(25℃)のものを使用し、固定用治具としては図2(b)に示すものを使用し、治具固定用装置は真空チャックタイプを使用した。固定用治具に対するワークの固定は加工機械外で水の循環タイプのブリークを使用した。

2)加工に当って、循環式流体供給装置からブリークのコアに20℃の温水を供給し、この状態で固定用治具の固定用面に高分子系凝固剤を約2μmの厚さに塗布し、その上に上記ワークを置き、液体回路を切換え、循環式冷却装置からコアに冷水を供給して、固定用面を2℃に下降し、この状態を保った。これにより高分子系凝固剤は凝固し、ワークは不動に固定された。

3)こうしてワークをあらかじめ固定した固定用治具をチ

ャック装置に載置し、真空ポンプを作動して固定用治具を固定した。冷却用の流体としては約-10℃に冷却された5l/分のクーラント液と約-10℃に冷却された280l/分の冷却エアを混合したものを用い、約5kg/cm²の圧力で工具進行方向の前方から加工ポイントに直接噴射した。

4)この結果、高分子系凝固剤によるワーク固定状態は安定して維持され、またワークの中間に挟まれているプラスチック材は全く溶け出さず、切断されたワークの切断面は表面粗さが0.2s以下の鏡面であった。また、工具の動きは円滑で、切断品の寸法精度は良好であった。

【0047】実施例3

1)本発明により薄肉中足付きE型フェライトコアのギャップ研削加工を行った。該ワークは、図14(a)に示すような形状で、寸法は、図14(b)の表示に従うと、高さhが8mm、全幅Wが15mm、左右の足の幅W₁が2mm、厚さt₁が3mm、中足の幅W₂が7mm、厚さt₂が0.6mmである。このワークに中足を高さh:8mmから0.4mm削り、ギャップgを形成する加工を行い図14(d)と(e)に示す形状の製品とするのである。

2)加工機械はクリープ機能付きの平面研削盤を使用し、工具としてはレジノイドボンダダイヤモンド研削砥石(粒度#400)、200mmφを使用し、加工条件は、砥石回転速度:2700rpm、砥石送り速度:600mm/min、加工モード:クリープ加工、ダウンカットとした。

2)高分子系凝固剤は実施例1と同じものを使用し、固定用治具として図2(b)に示すものを使用した。治具固定用装置は真空チャックを使用した。

3)加工に当っては、固定用治具の固定用面の温度を20℃程度に保ち、この状態で固定用面に実施例1の高分子系凝固剤を約3μmの厚さに塗布し、その上に上記ワークを図14(a)のように相互に密接させて20枚並べ、かつ、両側の足と中足の空隙にも高分子系凝固剤を満たした。4)加工に際しては、加工液供給手段として1mm径のニードルノズルを2本用い、これらから約3℃に冷却した研削液を約150cc/minで砥石進行方向前方から研削ポイントに直接噴射した。

5)この結果、これにより高分子系凝固剤は瞬時に凝固してワークは不動に固定され、また両側の足と中足の空隙が凝固した高分子系凝固剤で埋められ、中足が補強された。加工中、ワークは安定した固定状態に保たれ、かつ中足と両側足のギャップを埋めている高分子系凝固剤も溶解せず、これにより薄い中足はしっかりと補強された状態が保たれ、砥石による切込み時の加工抵抗にも十分耐え、全枚数が破損されることなく精度よくギャップ加工を行えた。

6)比較のため、実施例1、2と同じように氷の凍結によりワークを固定用面に固定し、両側の足と中足の空隙を氷で埋め、上記条件でギャップ加工を行ったが、この場合には、加工中に加工液によって氷が溶け、中足が折れ

てしまい、さらにワークそのものの固定が解除されてしまい、加工不能となった。

【0048】実施例4

1) 固定用治具としてパレットを用いて切断加工を行った。高分子系凝固剤としては実施例1に記載したものを使用した。パレットとしては、材質: アルミニウム合金、寸法 120(W) × 130(L) × 10(t) mm のものを使用した。パレット固定用治具としては、図 8 (a) に示す真空チャックと、プラスチック製の槽を有するものを使用し、下部のプラスチック製の台座により加工機械

テーブルにしっかりと据え付けた。ブリクラーとしては、冷却板寸法 100(W) × 110(L) × 50(t) mm を有する冷却水循環式のものを使用した。ワークは材質: PZTチタン酸バリウム、寸法 50(W) × 50(L) × 1(t) mm を使用した。

2) 工程としては、ブリクラーの冷却板上面温度を 4℃ に保ってスタンバイさせた。常温に保たれたパレットに高分子系凝固剤を約 2 μm 厚に塗布し、ワークを載せた。この状態で当該パレットをブリクラーに載せた。これにより高分子系凝固剤は凝固し、各ワークは強固に固定された状態になった。このパレットを前記パレット固定用治具に載せて真空ポンプを作動してパレットを固定用面上に固定した。パレットの冷却用流体としては約 5℃ に冷却した水溶性加工液(不凍液含有)を使用し、これを循環式供給装置から槽内に 1000cc/min 供給してパレット固定用治具を本体の高さレベルの約 1/2 に水位があるように排水量を制御した。ワークの加工液としては、約 5℃ に冷却した水溶性加工液(不凍液含有)を 150cc/min を 4mm 径のニードルノズルを用いて工具前方から加工ポイントに直接噴射した。

3) 前記槽に対する水溶性加工液の供給によりワークはパレットに強固に固定された状態に維持され、またパレットがワークに注がれた加工液により上面から冷却されたため、これらの相乗効果で、ワークは加工速度を 50 mm/min にしても、しっかりと固定された状態を保ち、切断面はチップングはなく非常にきれいな切断面が得られた。

3) 一方、前記加工中、次のロットのワークを前記条件によりパレットに配し、前記温度のブリクラーに載せて高分子系凝固剤の凝固により固定させておいた。そして前記加工の完了と同時にパレット固定用治具による吸着固定を解除し、加工済みワークを固定しているパレットを取り外し、ブリクラーに載せておいたパレットをパレット固定用治具に載せ、吸着固定を行なった。これにより直ちに次の加工に移った。

4) この実施例では加工機械でのワークの着脱を 10 秒といたきわめて短時間に行うことができた。そして、パレット固定用治具からパレットを取り外しても、この時には温度が高分子系凝固剤の凝固温度以下であるため、ワークはパレットと一体になっており、ハンドリン

グが容易であった。後処理として、パレットに固定されたまま 20℃ の温水を収容した水槽に挿入し、これによりワークを洗浄するとともに高分子系凝固剤を分離浮上させ、これを 10℃ の水を収容した水槽に移した。これにより高分子系凝固剤は凍結され円滑に回収できた。

【0049】実施例5

1) 本発明により 50(L) × 25(W) × 7(t) mm のサマリウムコバルト材をマルチ切断砥石で 50 × 1.5(W) × 7(t) mm にスライス加工した。加工機械はスライシングマシンを使用し、工具として電着ダイヤモンド砥石(粒度 #280) の 10 枚マルチ砥石、工具寸法は外径 100 mm、厚み 0.4 mm、砥石ピッチ 2 mm を使用した。加工条件は、砥石回転数: 3000 rpm、工具送り速度 20 mm/min、加工方向: ダウンカットとした。

2) 固定用治具としてはパレットを使用し、パレット固定用装置としては実施例 4 と同じものを同一条件で使用し、ブリクラーとその使用条件も実施例 4 と同じにした。ただ、この第 5 実施例では、図 16 (a) のように、パレットに前記実施例 1 の液状高分子系凝固剤を塗布して厚さ 5 mm のカーボンからなる抜き代材を配し、この抜き代材の上にペースト状の高分子系凝固剤を約 0.1 mm 塗布し、その上にワークを置き、さらに前記ペースト状の高分子系凝固剤をワークの側面と上面に塗布した。ペースト状の高分子系凝固剤としては、実施例 1 の低分子シリコーンオイルに平均粒径が 0.01 μm の珪藻土を 30 wt % 添加し、混練したもの(第 1 タイプ)と、実施例 1 の低分子シリコーンオイルに小麦粉を 35 wt % 添加して混練したもの(第 2 タイプ)を使用した。

3) この状態でこの状態で当該パレットをブリクラーに載せ、これの固定用面を 3℃ に降下させ、この状態を保った。これにより第 1 タイプと第 2 タイプの各高分子系凝固剤は凝固し、ワークは高分子系凝固剤で包まれた状態で不動に固定された。パレットの冷却用流体としては約 3℃ に冷却した水溶性加工液(不凍液含有)を使用し、これを循環式供給装置から槽内に 1000cc/min 供給してパレット固定用治具を本体高さレベルの約 1/2 に水位があるように排水量を制御した。ワークの加工液としては、約 3℃ に冷却した研削液を約 15 l/min の流量でワークと工具の接触する加工部位に直接噴射した。

4) この結果、スライス加工中にワークは 1.5 mm という薄い厚さで切断されたにもかかわらず、固定用面から一切剥がれて飛散することがなく、安定した固定状態に保たれた。比較のため、第 1 実施例の液体高分子系凝固剤だけを使用してワークを固定して加工を行なったところ、ワーク数の約 5 % が加工中に固定用面から剥がれて飛散してしまった。このように本実施例で好結果が得られたのは、微粉末を配合したペースト状の高分子系凝固剤のため、凝固高分子系凝固剤からなる接着層の強度

が高くなったこと、その凝固高分子系凝固剤からなるポリウレームの大きな接着層が図 16 (b) と図 16 (c) のようにスライス加工中ないし加工されたワークの長手方向両端部を支えつつ固定用面に設着され、しかも長手方向両端部の接着層がワークの上面の凝固高分子系凝固剤上層と連結してブリッジを形成していることによると考えられる。

【0050】実施例 6

1) 本発明により材質: PZT、長さ 70 mm、外径 60 mm、内径 45 mm のセラミック筒から外径 60 mm、内径 45 mm、厚さ 0.5 mm のドーナツ状製品を切り出す加工を行なった。固定用治具としては、外部をプラスチックで覆ったアルミニウム製本体に外径 40 mm、内径 23 mm の筒部を有するものを使用し、筒部の外周に実施例 1 の液状高分子系凝固剤を塗布して厚さ 2.3 mm のカーボンからなる筒状抜き代材を外挿し、この抜き代材の外周に実施例 5 第 2 タイプのペースト状の高分子系凝固剤を約 0.1 mm 塗布し、ワークとしてのセラミック筒を外挿した。セラミック筒軸方向両端面には前記ペースト状の高分子系凝固剤を塗布し、これを本体の端面および取付ナット端面と密接させた。

2) 加工機械はスライサーを使用し、主軸端のチャックに固定用治具本体を固定した。工具として電着ダイヤモンド砥石 (粒度 # 280)、工具寸法は外径 100 mm、厚み 0.4 mm を使用した。加工条件は、砥石回転数: 3000 rpm、工具送り速度 10 mm/min、ワークの回転数: 20 rpm とした。加工に当たっては、固定用治具の筒部開口側からノズルを挿入し、これから 3℃ の水を 1000 cc/min 連続的に注出した。それにより高分子系凝固剤は凝固し、セラミック筒と抜き代材および固定用治具本体は完全に一体化した。

3) このノズルからの水の注水を持続しつつ、主軸を 20 rpm で回転し、前記工具と切断箇所にて約 3℃ に冷却した研削液を約 15 l/min の流量で供給して切断を行った。そして、製品が切断されて工具が次のピッチに移動する間に、セラミック筒の切断端面と製品間の溝中にエアを巾広ノズルから噴射するとともに実施例 1 の液状高分子系凝固剤を巾広ノズルから噴射した。それによりセラミック筒の切断端面と製品間の溝は高分子系凝固剤で埋められ、それが固定用治具の筒部に注入されている水により冷却されて瞬時に凝固し、ブロック化した。この工程を繰り返すことにより、きれいな加工面の上記製品がチップニングなど何のトラブルもなしに能率よく加工された。

【0051】実施例 7

1) 本発明によりプラスチックレンズ素材: 直径 10 mm、厚さ 2 mm を旋削により曲面形成する加工に適用した。固定用治具としては、材質がアルミニウムからなる本体径 20 mm φ にフィン付きの 20 mm の軸部を設け、これの先端に厚さ 3 mm の突台部部分を形成し、こ

れに深さ約 1 mm の凹入状固定用面を形成したものを使用した。この固定用治具を加工機械外のブリクローラに装着し、前記凹入状固定用面に実施例 1 の高分子系凝固剤を塗布してプラスチックレンズ素材を装着し、循環式冷却装置からコアに冷水を供給して、固定用面を 2℃ に下降し、この状態を保った。これにより高分子系凝固剤は凝固し、ワークは不動に固定された。

2) 加工条件は高速旋盤を使用し、主軸回転数: 8000 rpm、使用バイト: 天然ダイヤモンドチップ、切込み: 1/100 mm、バイト送り速度: 10 mm/min、取り代: 最大 0.1 mm とした。加工に際して、前記あらかじめ冷却した固定用治具を主軸に取付け、これを回転させつつ固定用治具の軸部にノズルから -30℃ に冷却した冷却エアを連続的に噴射するとともに、バイトの先端に前記冷却エアを噴射して加工を行なった。その結果、プラスチックレンズ素材は全く外れず、きわめて良好な面粗度に加工することができた。

【0052】

【発明の効果】以上説明した本発明の請求項 1 によるときは、特別な冷凍チャック装置を用いる要なくワークを加工中しっかりと固定して高精度に加工することができ、それでいながらワークの着脱も簡単に能率よく行うことができる安価で実用的なワーク固定法を提供することができるというすぐれた効果が得られる。請求項 2 によれば、ワーク加工のための液体または冷却気体を活用してワークを固定できるためきわめて安価にかつ簡単にワークを固定して加工することができるというすぐれた効果が得られる。請求項 3 によれば、加工機械へのワークの搭載が容易であるとともに、ワークの逐次加工を能率的に行なえるというすぐれた効果が得られる。請求項 4 によれば、ブリクローラも使用せずにすむためより安価に加工を行なえるというすぐれた効果が得られる。請求項 5 によれば、固定用治具をより簡単なものとすることができるというすぐれた効果が得られる。請求項 6 によれば、請求項 5 の特徴に加え、さらに加工機械へのワークの搭載が容易であるとともに、ワークの逐次加工を能率的に行なえるというすぐれた効果が得られる。請求項 8 によれば、ワークを回転しつつこれをスライシングしたり、切削したり研削したりする場合に、きわめて簡単かつ確実にワーク固定を行なえ、能率よく高精度な加工を施すことができるというすぐれた効果が得られる。請求項 11 によれば、水の凝固点よりも高い凝固点であることに加えて、安定性、撥水性、無毒性であるため加工液を使用してもしっかりと凝固状態が維持され、ワークを安定して固定しておくことができ、また比重が水よりも軽いため、回収も容易であるというすぐれた効果が得られる。請求項 12 と 14 によれば、ワーク固定力をさらに高いものとするというすぐれた効果が得られる。請求項 15 によれば、冷却用の流体の

使用温度を高くすることができるというすぐれた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】(a)は本発明による凍結式ワーク固定法の第 1 態様の一例を模式的に示す断面図、(b)は同じくその第 2 例を模式的に示す断面図、(c)は同じくその第 3 例を模式的に示す断面図である。

【図 2】(a)は本発明による凍結式ワーク固定法に使用する固定用治具の第 1 の例を示す断面図、(b)は同じくその第 2 例を示す断面図、(c)は同じくその第 3 例を示す断面図、(d)は同じくその第 4 例を示す断面図である。

【図 3】(a)は本発明における高分子系凝固剤によるワークの固定態様の第 1 例を示す断面図、(b)は同じくその第 2 例を示す断面図、(c)は同じくその第 3 例を示す断面図、(d)は同じくその第 4 例を示す断面図である。

【図 4】(a)は本発明において抜き代材を使用した場合の高分子系凝固剤によるワークの固定態様の第 1 例を示す断面図、(b)は同じくその第 2 例を示す断面図、(c)は同じくその第 3 例を示す断面図である。

【図 5】(a)は本発明において外部予備冷却方式を採用した場合の一例を示す斜視図、(b)は同じくその他例を示す斜視図である。

【図 6】(a)は本発明による凍結式ワーク固定法の第 2 態様の第 1 例を示す断面図、(b)は同じくその平面図である。

【図 7】(a)は本発明による凍結式ワーク固定法の第 2 態様の第 2 例を示す断面図、(b)は同じくその平面図である。

【図 8】(a)は図 6 に使用したパレット固定用治具の一例を示す断面図、(b)は図 7 に使用したパレット固定用治具の一例を示す断面図である。

【図 9】(a)は本発明による凍結式ワーク固定法の第 3 態様が適用されるワークの一例を示す部分切欠側面図、

(b)は第 3 態様におけるワークと固定用治具の取りあいを示す断面図、(c)は第 3 態様の加工前の状態を示す部分切欠側面図である。

【図 10】(a)は図 9 の第 3 態様による加工初期状態を示す断面図、(b)は最初の製品加工が完了し、次の加工に移行するときの状態を示す断面図である。

【図 11】(a)は図 10 (b) の第 1 段階を示す縦断正面図、(b)は同じく第 2 段階を示す縦断正面図である。

【図 12】(a)は本発明による凍結式ワーク固定法の第 3 態様の別の例を示す側面図、(b)はこの例に使用する固定用治具の部分切欠側面図である。

【図 13】実施例 1 で用いたワークの斜視図である。

【図 14】(a)は本発明の実施例 3 におけるワークの加工前の形状を示す斜視図、(b)は同じくそのワークの寸法を示す正面図、(c)は同じくワークの寸法を示す平面図、(d)は同じくワークの加工完了状態を示す斜視図、(e)は製品の正面図である。

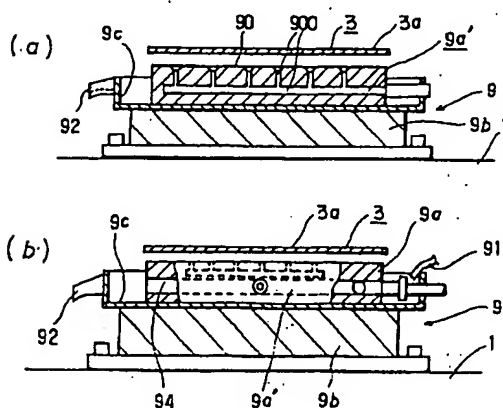
【図 15】(a)は本発明の実施例 3 におけるワークの加工状態を示す縦断側面図、(b)は同じくワークの加工状態を示す正面図である。

【図 16】(a)は実施例 5 におけるワーク加工状態を示す縦断側面図、(b)は同じくワークの加工された状態を拡大して示す部分的断面図、(c)は (b) の X-X 線に沿う拡大断面図である。

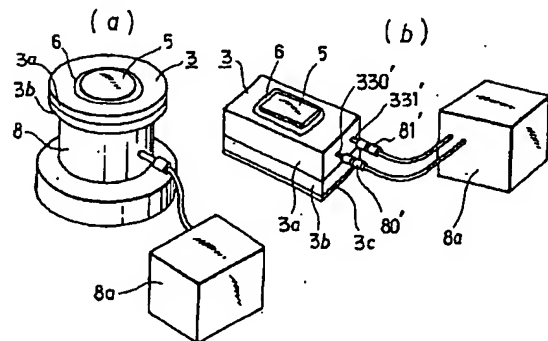
【符号の説明】

- 1 加工機械
- 2 工具
- 3 固定用治具
- 3 a 本体
- 3 b 台座
- 3 d 軸部
- 4 治具固定用装置
- 5 ワーク
- 6 高分子系凝固剤
- 7 加工液または冷却気体の供給手段

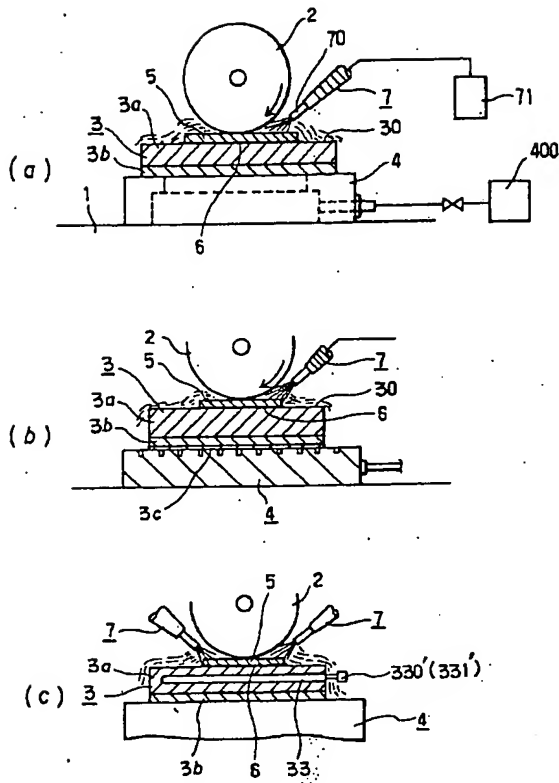
【図 8】



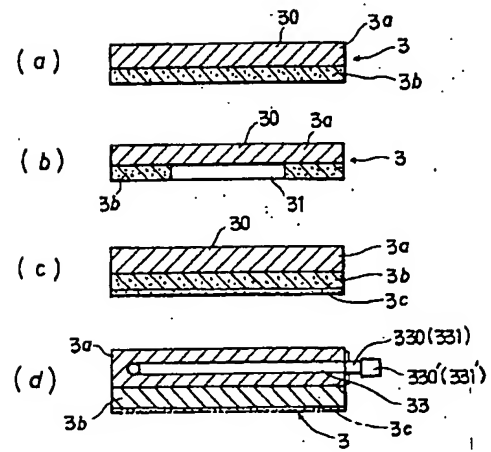
【図 5】



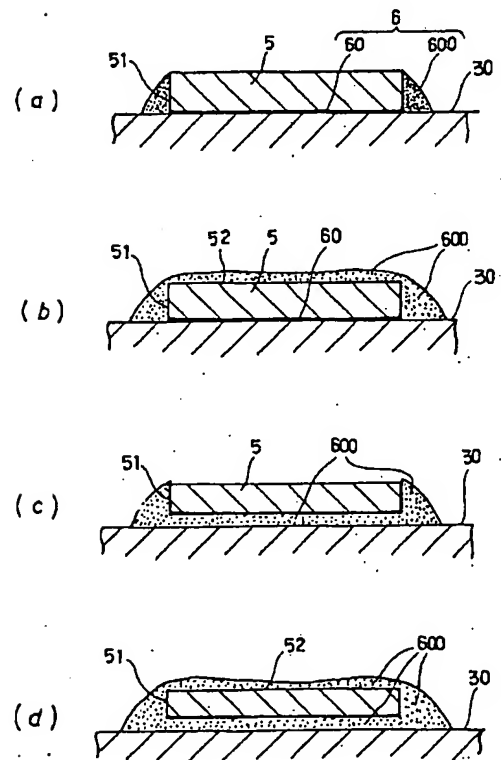
【図 1】



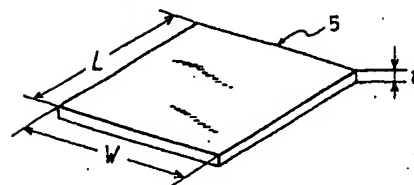
【図 2】



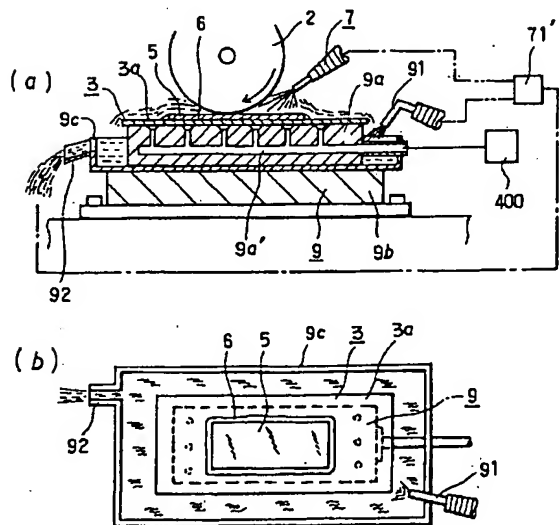
【図 3】



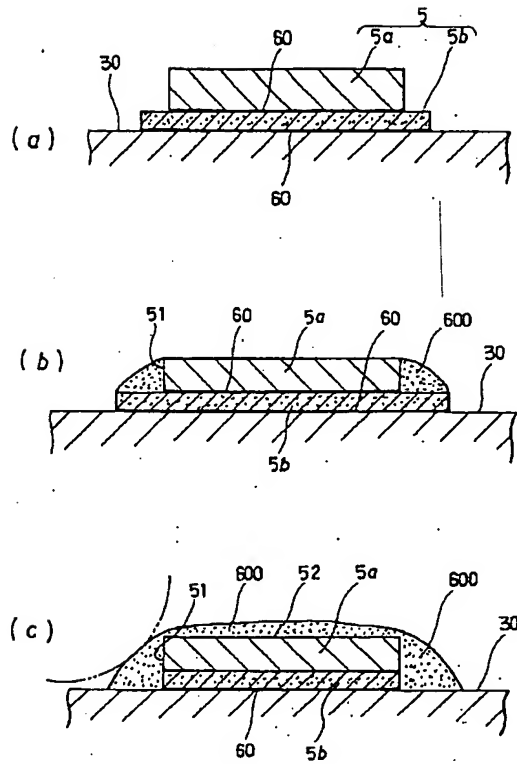
【図 13】



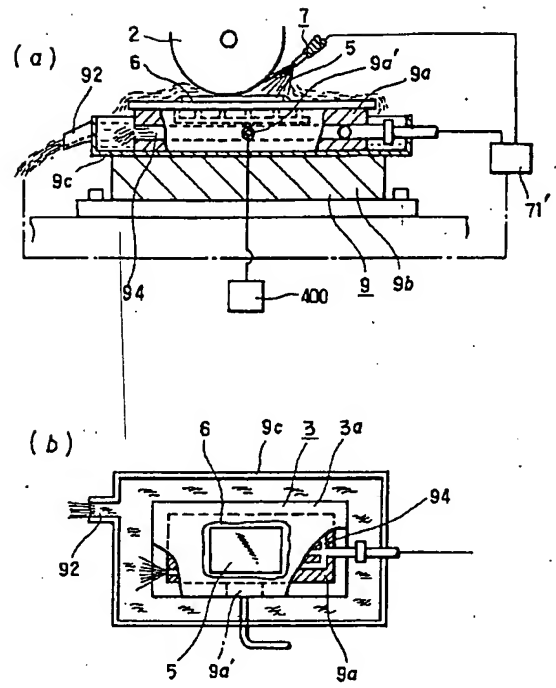
【図 6】



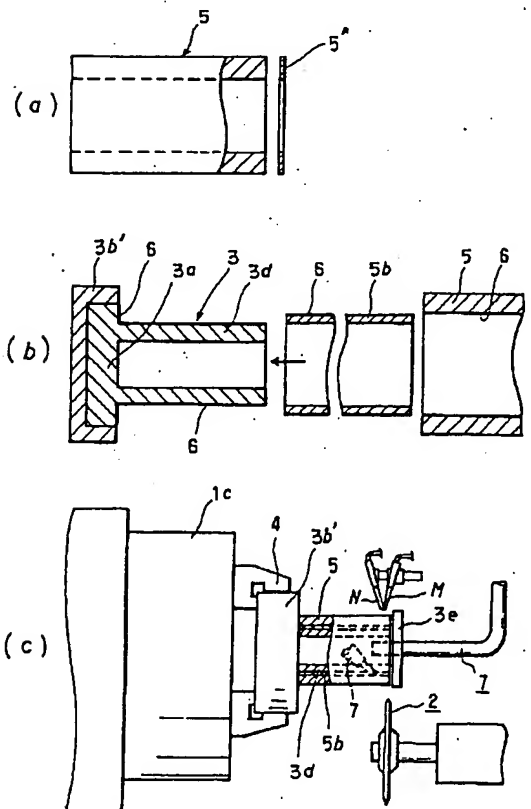
【図4】



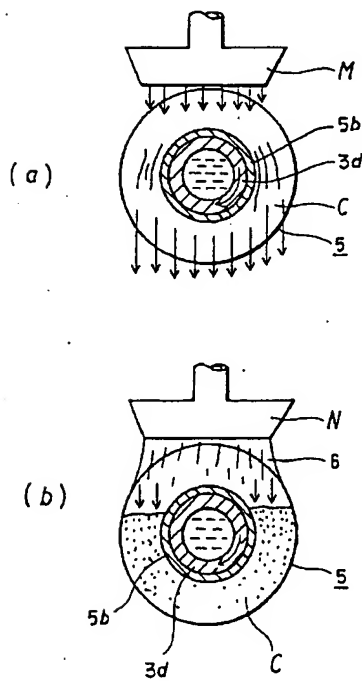
【図7】



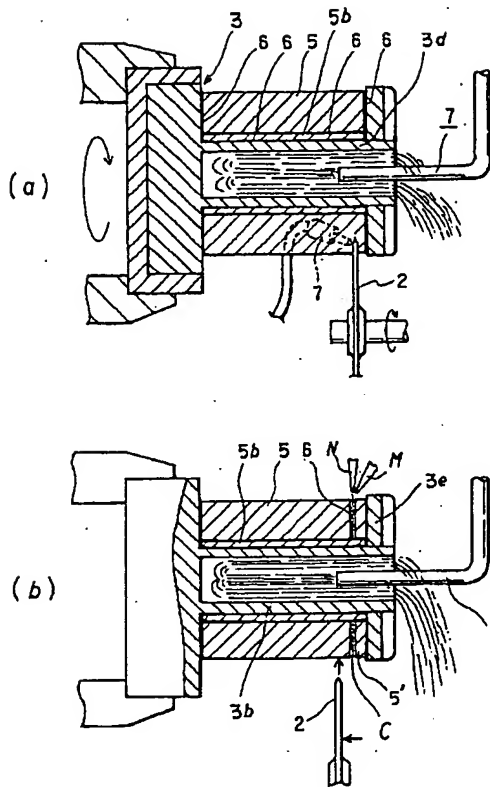
【図9】



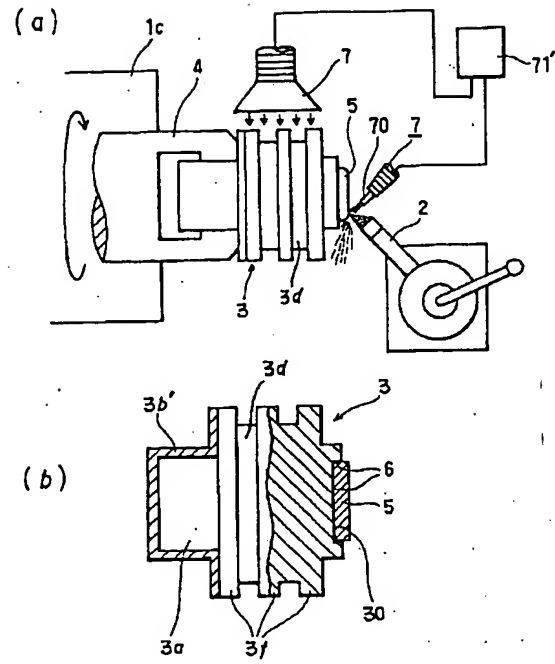
【図11】



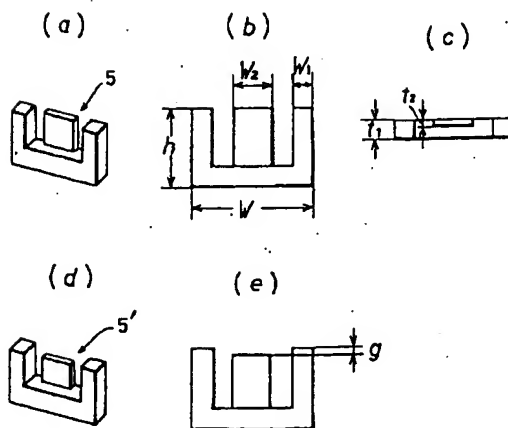
【図 10】



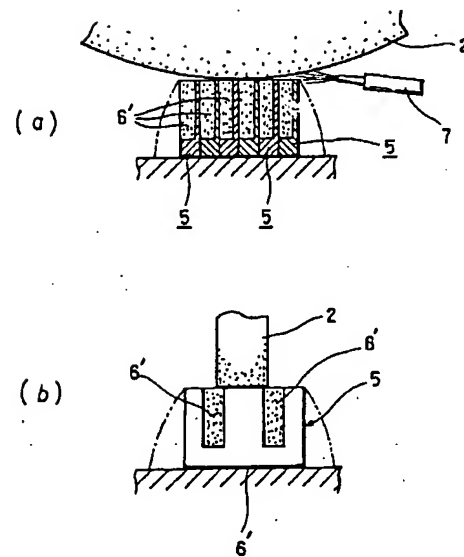
【図 12】



【図 14】



【図 15】



【図 16】

